



Programme d'Appui à l'amélioration de la qualité et à la commercialisation de la vanille dans le district de Sambava

Mission d'expertise en phytopathologie du vanillier dans la SAVA

RAPPORT FINAL

02 décembre 2009

Par :

Claude Alabouvette

Directeur de recherches INRA

et

Michel Grisoni

Chercheur CIRAD



Mission d'expertise en phytopathologie du vanillier dans la SAVA

Programme d'Appui à l'amélioration de la qualité et à la commercialisation de la vanille dans le district de Sambava

RAPPORT FINAL

Par :

Claude Alabouvette

et

Michel Grisoni

Directeur de recherches INRA

Chercheur CIRAD

SOMMAIRE

Rappel du contexte et des objectifs de la mission	2
Déroulement de la mission.....	4
Stratégie d'échantillonnage	4
Personnes rencontrées	5
Observations de terrain	6
Résultats des analyses.....	9
Maladies cryptogamiques.....	9
Maladies virales.....	24
Conclusion générale	32
Références bibliographiques	33
TABLEAUX.....	35
ANNEXES.....	41

Remerciements : Les auteurs souhaitent vivement remercier pour leur disponibilité et efficacité durant la prospection les agents du CHTT, notamment Rico BESON, Loth NJAKA et Arsène RAOELISON, ainsi que les moniteurs du SAF/FJKM et surtout les agriculteurs de la SAVA qui les ont accueillis sur leurs parcelles.

Rappel du contexte et des objectifs de la mission

Contexte

Dans le cadre du programme d'intensification et de structuration des principales filières d'exportation financé sur les ressources STABEX du Fonds Européen de Développement et plus particulièrement le projet d'appui à l'amélioration de la qualité et à la commercialisation de la vanille dans le district de Sambava, mis en œuvre par le CTHT, des actions spécifiques en vue d'améliorer la productivité des vanilliers ont été programmées.

De 1997 à 2003 l'Union Européenne a appuyé le développement de la filière vanille dans la SAVA par la mise en place d'un programme intitulé « Appui à la relance régionale de la filière vanille » sur financement STABEX. Dans le cadre de celui-ci un appui spécifique à l'amélioration de la production du vanillier a été mené et concernait :

- la relance de la production par le développement de la culture semi-intensive du vanillier sur tuteur vivant,
- l'encadrement des planteurs en vue de la maîtrise des opérations culturales visant à améliorer la productivité des plantations,
- le suivi de parcelles de production en vue de fournir des informations pour la détermination de la date d'ouverture des campagnes de commercialisation et sur les volumes disponibles,
- l'appui à la professionnalisation des planteurs par leur recensement et la diffusion de cartes professionnelles « cartes planteurs ».

A l'issue de ce programme plus de 3.300 hectares de nouvelles plantations ont été créées dans la SAVA et une dynamique de plantation a été constatée dans les autres régions de la côte Est suivant des schémas de plantations voisins de ceux préconisés. Cette dynamique a été favorisée par l'augmentation régulière du prix d'achat de la vanille aux producteurs jusqu'en 2003.

A l'issue de cette phase de développement de cette culture en paysannat on estime à près de 30.000 hectares actuellement de surfaces productrices avec des itinéraires culturaux variables et plus ou moins proches de ceux préconisés par le programme UE.

Cette extension a été cependant fortement perturbée voire stoppée dans certaines zones depuis 2004 avec la chute progressive des prix d'achat aux producteurs (à titre d'exemple, le kilo de vanille préparée s'achetait dans les années 2002 à près de 600.000 MGA (250 €) contre 30.000 MGA en 2007 (12 €).

Cette chute spectaculaire due en grande partie à la baisse de la demande et à l'augmentation de l'offre mondiale, a provoqué, entre autre, un désintéressement (variable suivant les producteurs) pour cette culture avec certainement une révision de certaines opérations culturales jugées trop coûteuses.

Par ailleurs, une analyse récente lors de prospections effectuées en 2007 et 2008 des parcelles de production, fait état d'un développement majeur de problèmes phytosanitaires qui pourraient à terme avoir un impact sur l'avenir de cette production.

Face à ce constat et à ses conséquences sur le revenu agricole des paysans traditionnellement impliqués dans cette production, une mission d'expertise a été planifiée dans le cadre du nouveau programme d'appui à cette filière. Celle-ci a pour objet d'identifier les pathogènes concernés, de définir l'origine de la dissémination de cette ou ces maladies ainsi que les facteurs qui favorisent son extension, et de proposer des solutions techniques d'intervention pour limiter l'extension en relation avec la capacité financière des paysans.

Bénéficiaires

Les bénéficiaires de cette mission sont : les différents acteurs impliqués dans cette filière de production, notamment les producteurs de vanille, les partenaires techniques impliqués dans l'appui à la production de la vanille et les services publics et les collectivités territoriales impliquées dans cette filière de production.

Objectif global et spécifique

La mission d'expertise aura pour objectif global l'amélioration de la productivité des vanilliers en limitant les dégâts causés par les maladies phytosanitaires.

L'objectif spécifique est d'identifier les problèmes phytosanitaires qui perturbent actuellement le développement des vanilliers dans la SAVA, d'en apprécier l'origine et de proposer des solutions techniques pour limiter leur propagation.

Activités

L'expert en pathologie du vanillier aura pour tâches de :

Proposer une série d'action visant à soit éradiquer ces maladies soit limiter les risques de développement ;

Mener des enquêtes épidémiologiques dans les zones de production (touchées et non suspectes) par échantillonnage représentatif pour identifier les agents pathogènes en cause ;

Procéder à des prélèvements par échantillonnage ;

Confirmer les résultats d'analyses par un laboratoire de référence international approuvé par l'administration phytosanitaire malgache ;

Analyser les données épidémiologiques en vue de l'élaboration d'une cartographie de la maladie et pour en déterminer les facteurs de prolifération et de risques d'extension ;

Proposer un plan de surveillance phytosanitaire en vue de la mise en place d'un dispositif pérenne de surveillance/vigilance de(s) maladies ;

Analyser l'impact éventuel de la maladie sur les gousses vertes, les gousses traitées et séchées ;

Elaborer des nouvelles fiches techniques permettant la mise en application des bonnes pratiques agricoles et d'hygiène.

Déroulement de la mission

La mission de prospection dans la SAVA s'est déroulée entre le 18 mai et le 02 juin 2009. Elle a été réalisée conjointement à celle relative à l'évaluation de la diversité génétique des vanilliers cultivés dans la SAVA, afin de mieux appréhender les interactions éventuelles entre génotype et état sanitaire des vanilliers. Le calendrier de réalisation de la mission est détaillé en annexe 1.

Stratégie d'échantillonnage

Les prospections ont été concentrées sur les districts de Sambava et d'Antalaha, correspondant à la zone d'intervention du Projet Vanille conduit par le CHTT et SAF/FJKM, en maximisant le nombre de communes visitées pour couvrir le plus largement la zone à prospecter. A la demande des experts, la ville d'Andapa a été rajoutée en raison de ses caractéristiques pédo-climatiques particulières (cuvette de moyenne altitude, climat plus humide, récolte plus tardive). Sur chaque commune, les parcelles visitées ont été choisies en concertation avec les responsables locaux (moniteurs SAF/FJKM et chefs de quartier) selon les critères suivants : Type de culture (traditionnel/ Stabex), problèmes phytosanitaires connus, existence de phénotypes particuliers, accessibilité.

Au total 65 parcelles, représentées sur la Figure 1, ont été visitées dans les districts de Sambava (45), Antalaha (16) et Andapa (4). Les coordonnées des parcelles prospectées sont détaillées en annexe 2.



Figure 1 : Localisation des parcelles visitées dans la SAVA

Personnes rencontrées

En plus des agriculteurs des parcelles visitées qui ont fourni des informations importantes pour l'analyse de la situation, différentes personnes ont été rencontrées au cours de la mission. Chacune a apporté un appui ou un éclairage utile au bon déroulement de la mission. Il s'agit en particulier de :

Nom	Organisme	Fonction
Narson RAFIDIMANANA	CTHT	Président
Rico BESON	CTHT	Agronome responsable du projet vanille (Tamatave)
Loth NJAKA	CTHT	Agronome vanille (Sambava)
Arsène RAOELISON	CTHT	Agronome vanille (Antalaha)
Michel JAHIEL	CIRAD	Technologue
Fleuron NANY	FOFIFA	Responsable zone Est
Michel HERSSENS		Ancien expert STABEX vanille
Jean Armand RANDRIAMAMPIANINA	Min. Agri.	Directeur SPV
J. Stéphan RANDRIANANGALY	Min. Agri.	Phytopathologiste SPV

Observations de terrain

En premier lieu il convient de souligner l'extrême diversité de l'apparence des parcelles visitées au cours de cette mission. Cette diversité est liée au :

type de culture : STABEX ou traditionnelle ; à noter que le système STABEX proprement dit n'est plus guère employé , nous avons surtout visité des parcelles de démonstration STABEX qui ont été plus ou moins bien entretenues depuis la fin du programme STABEX.

type de tuteur utilisé qui outre les deux espèces recommandées par le système STABEX peut être le caféier, le faux-poivrier ou toute autre espèce présente dans la parcelle

type d'entretien des parcelles certaines étant régulièrement entretenues, élaguées et les lianes bouclées alors que d'autres sont plus ou moins délaissées

moment de la visite par rapport au calendrier d'intervention ; très grand contraste entre une parcelle qui venait d'être entretenue et une parcelle dont l'entretien remonte à plusieurs semaines voire plusieurs mois (Figure 2). Ce type de contraste a pu être observé dans une même parcelle en cours d'entretien : la partie non encore élaguée apparaît très ombrée, voire sombre, la partie entretenue très ensoleillée.

En conclusion il a été impossible d'établir une typologie des parcelles en fonction du mode de culture, de la région ou du type de sol.



Figure 2: Deux vues de la même parcelle avant et après entretien (système STABEX)

Les réponses des producteurs aux questions que nous avons posées montrent un grand désarroi. Tous les producteurs s'accordent à dire que l'état de leur plantation s'est dégradé au cours des dernières années, et que les rendements diminuent. Certains font remonter le début des problèmes à l'année 2004, d'autre au passage du dernier cyclone. Quant à l'origine des problèmes certains accordent beaucoup d'attention aux dépérissements des lianes commençant par le bas, c'est-à-dire se manifestant aux niveau des racines et crampons en contact avec le sol, d'autres estiment que ce sont avant tout des symptômes aériens se traduisant par des entre-nœuds dépérissant entre des entre-nœuds sains, d'autres enfin attribuent les dégâts aux insectes et en particulier au curculionide *Perrissoderes oblongus* (nom vernaculaire *kakamenaloha*). Tous s'accordent à dire que les dépérissements se manifestent à partir de la période de floraison de la plante et s'accroissent en cours de saison avec le grossissement puis la maturation des gousses. Enfin, tous s'accordent à dire que l'allongement de la période sèche très marquée cette année accentue les symptômes.

En conclusion, il n'est pas possible de dégager une opinion majoritaire quant à l'origine des problèmes rencontrés par les producteurs.

Résultats des analyses

Pour plus de clarté cette partie du rapport traitera successivement des maladies cryptogamiques et des maladies virales

Maladies cryptogamiques

1/ Rappel sur les maladies cryptogamiques du vanillier

Les principales maladies affectant le vanillier sont décrites dans l'ouvrage de Bouriquet (1954).

Il s'agit de dépérissements racinaires provoqués par des champignons du sol, essentiellement des *Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani*. Ces dépérissements des racines entraînent des dépérissements des tiges qui présentent d'abord un aspect cannelé, puis jaunissent et se dessèchent. Ces symptômes sont accentués en période sèche.

D'autres champignons d'origine tellurique ont été également signalés. Il s'agit de *Rhizoctonia solani* et de plusieurs espèces de *Phytophthora* : *P. palmivora*, *P. parasitica* et *P. capsici*.

Au niveau aérien on retrouve les *Phytophthora* qui provoquent des pourritures molles des tiges et des gousses. Ces champignons sont favorisés par l'humidité.

Des nécroses et dessèchements de feuilles sont attribués à l'anthracnose provoquée par diverses espèces appartenant aux genres *Colletotrichum*

2/ Problème phytosanitaire perturbant le développement des vanilliers de la SAVA

Il est permis de conclure de nos visites que les dépérissements racinaires et aériens sont présents **dans toutes les parcelles**.

Au niveau aérien on constate des dépérissements de liane dont le premier symptôme est une cannelure traduisant un défaut d'alimentation de la liane et l'émission de nombreuses racines adventives au niveau des nœuds (Figure 3).



Figure 3: Dépérissement dû à Fusarium: la liane émet de nombreuses racines qui se dessèchent en atteignant le sol.

Puis on observe des symptômes caractéristiques de jaunissement puis de dessèchement de certains entre-nœuds (Figure 4). Dans la majorité des cas, ce symptôme se manifeste là où une racine adventive formée au niveau du nœud a atteint le sol et montre des symptômes de dépérissement (Figure 5). Dans de rares cas, il n'a pas été possible d'associer ce symptôme à la présence d'une racine dépérissante. Dans tous les cas les symptômes sont clairement délimités par les nœuds, un entre-nœud apparaît malade alors que l'entre-nœud adjacent situé de l'autre côté du nœud est sain.



Figure 4: Symptôme de dépérissement de liane de part et d'autre d'un nœud



Figure 5: Symptôme typique de liane infectée à partir d'une racine adventive

Dans un très grand nombre de situations les racines (ou crampons) entourant le tuteur sont atteintes de dépérissement au niveau du sol (Figure 6).



Figure 6: Crampons desséchés au contact du sol

A l'arrachage, on peut observer des nécroses racinaires sur certaines parties du système racinaire (Figure 7).

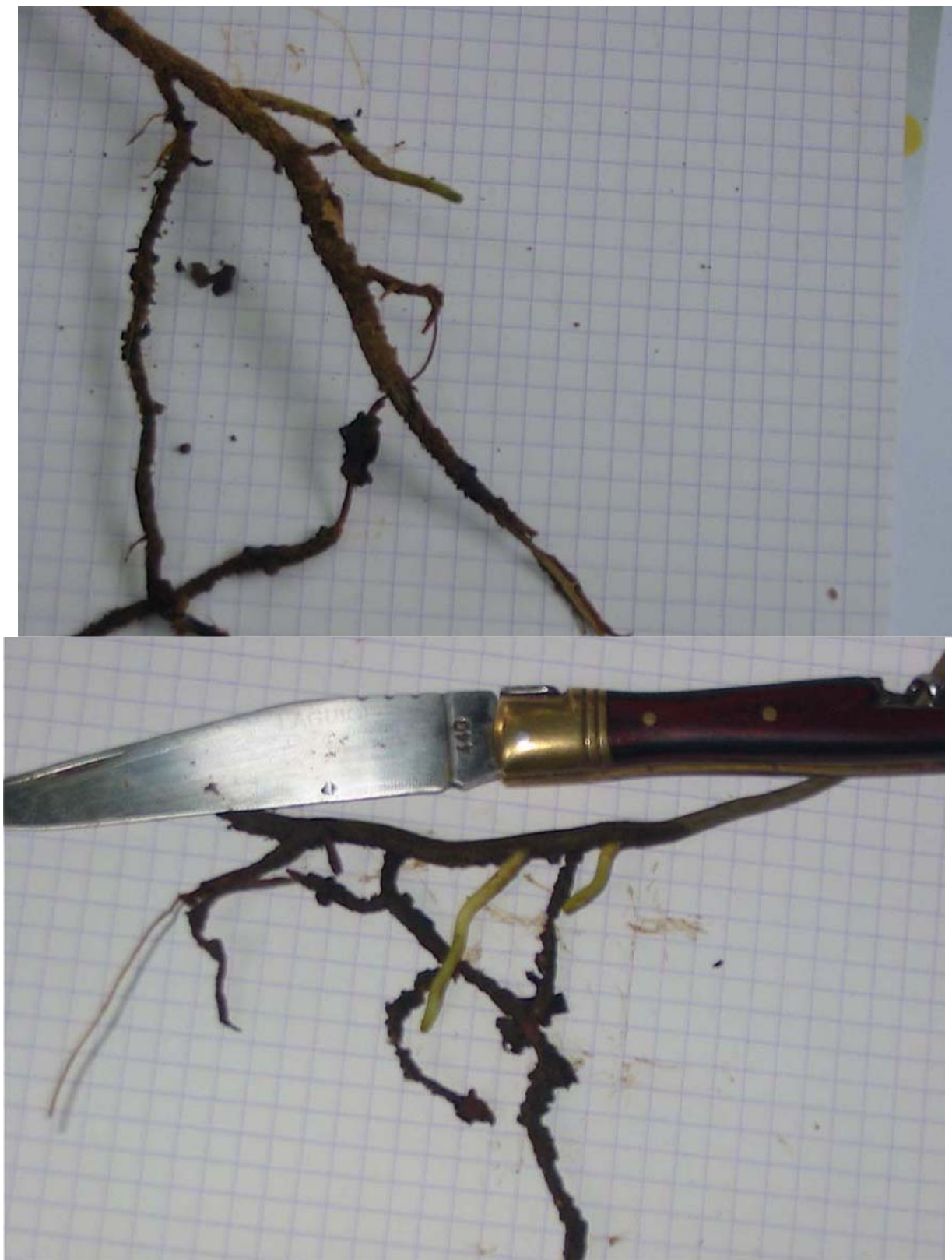


Figure 7: Symptômes de nécroses des racines

De très nombreux échantillons de liane et de racines présentant des symptômes plus ou moins prononcés ont été prélevés pour analyse.

Mission d'expertise en phytopathologie du vanillier dans la SAVA

Novembre 2009, C. Alabouvette & M. Grisoni

Les autres symptômes observés concernent des pourritures « molles » rares à cette période de l'année, affectant de jeunes pousses ou des gousses. Ce type de symptômes fait penser à des attaques de *Phytophthora*, ce qui n'a pas été confirmé par les isollements. En fait c'est un *Fusarium* qui a été isolé du balai présentant une pourriture molle. (Figure 8)



Figure 8: Symptôme de pourriture molle sur feuille et sur gousses

Enfin, nous avons observés des jaunissements de feuilles tout le long de certaines portions de liane (Figure 9) et quelques dégâts d'insectes (Figure 10).



Figure 9: Symptôme de feuilles desséchées



Figure 10: Adulte et larve de kakamenaloha (*Perissoderes oblongus*) associé à des pourritures aériennes des tiges.

3/ Niveau de prévalence et de virulence des principaux agents pathogènes fongiques identifiés par zone de production

3.1/ Principales espèces fongiques isolées des plantes malades.

N'ayant pas pu faire d'isolements sur place faute de laboratoire à Sambava, nous avons dû attendre le retour à Dijon pour réaliser des isolements à partir des échantillons prélevés. Ces conditions de travail ne sont pas idéales dans la mesure où des champignons saprophytes se sont développés pendant le stockage et transport des échantillons. Les isolements ont donc été réalisés après désinfection superficielle des échantillons et mise en culture sur un milieu à l'extrait de malt enrichi en antibiotiques et acide citrique, un milieu PDA sans antibiotique et un milieu Komada favorisant l'isolement spécifique des *Fusarium*. Pour les échantillons de racines j'ai différencié racines nécrosées et racines saines, pour les échantillons de tige les isolements ont été effectués au niveau d'un nœud et de chaque côté de ce dernier permettant de prendre en compte la partie saine et la partie dépérissante de la tige.



Figure 11 : Zone de transition entre partie jaune ou desséchée et partie saine de la tige et des racines adventives à partir desquelles les isolements ont été réalisés

Les champignons qui dominent à partir des isolements de tige comme de racines sont les ***Fusarium oxysporum*** et ***Fusarium solani***. De plus dans un grand nombre de cas ces **deux espèces ont été isolées à partir d'un même échantillon.**

Une synthèse des résultats obtenus est présentée tableau 1.

De plus certaines souches de *Fusarium* n'ont pu être identifiées au niveau de l'espèce. Il conviendra donc de poursuivre les observations et éventuellement de recourir à des critères moléculaires. Il existe vraisemblablement une diversité plus grande que celle relevée en premier lieu.

Les autres espèces rencontrées sont des saprophytes : *Gliocladium*, *Cephalosporium*, *Trichoderma* et un champignon « noir » stérile.

Ces deux espèces *Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani* ayant été isolées de tous les échantillons quelle que soit leur origine géographique nous devons conclure que ces deux espèces sont prévalentes dans les plantations de vanilliers dans la SAVA.

D'après les données de la littérature ces deux espèces *Fusarium oxysporum* et *Fusarium solani* sont potentiellement des agents pathogènes du vanillier. Compte-tenu de l'isolement conjoint de ces deux espèces à partir d'une même liane il est indispensable de pratiquer des ré-inoculations sur plante hôte pour déterminer la virulence respective de ces deux espèces. Il conviendra de ré-inoculer un nombre de souches important dans la mesure où il est établi que 50% seulement des souches de *F. oxysporum* isolées de vanillier sont virulentes sur cette plante.

Il sera nécessaire de purifier les souches par clonage mono-conidien, puis de les multiplier sur un milieu approprié et enfin de les inoculer à des vitro-plants de vanilliers produits par le CIRAD. Il faudra au minimum 3 mois et sans doute plus avant d'observer les premiers symptômes. Ce n'est qu'à l'issue de cette expérimentation qu'il sera possible de formuler un diagnostic définitif quant à l'agent pathogène responsable des dépérissements des vanilliers dans la SAVA.

3.2/ Résultats des ré-inoculations de souches de *F. oxysporum* et *F. solani* sur jeunes vanilliers

A partir de chaque échantillon ayant permis d'isoler des colonies de *F. oxysporum* et *F. solani*, un isolat de chaque espèce a été purifié par repiquage mono-conidien. Cette technique permet d'obtenir des isolats clonés issus d'un seul noyau, les microconidies étant unicellulaires. Ces clones sont d'une part conservés sous forme de culture sur milieu gélosé et d'autre part ont été mis en collection sous forme de conidies conservées au congélateur à – 80°C.

Nous disposons ainsi d'une collection stable qui pourra être conservée très longtemps et pourra servir aux expériences futures.

Disposant d'un petit nombre de plantes, il a fallu sélectionner un petit nombre de souches pour pratiquer des inoculations. J'ai privilégié la réinoculation de souches de *F. oxysporum* et *F. solani* provenant d'un même échantillon pour déterminer qui de *F. oxysporum* ou de *F. solani* était responsable du symptôme observé.

La liste des souches sélectionnées pour l'inoculation est présentée ci-dessous

- 2-*oxysporum*
- 2-*solani* qui en fait se révèle un *F. oxysporum*
- 11.1-*oxysporum*
- 11.1-*solani*
- 20.1-*oxysporum*
- 20.1-*solani*

Les souches sont mises en culture le 19/08/09 en fioles de PDA agité à 25°C. Les inoculum sont préparés le 25/08/09.

Les souches de *F. oxysporum* ont produit de nombreuses conidies. La culture est filtrée sur filtre verre fritté N°2 pour retenir le mycélium sur le filtre. Les microconidies dans le filtrat sont centrifugées ; le milieu éliminé et les conidies remises en suspension dans 200ml d'eau distillée stérile.

Les souches de *F. solani* ont produit beaucoup de mycélium et peu de conidies. Le mycélium retenu sur le filtre est broyé dans 200ml d'eau distillée stérile.

L'inoculation des plantes est effectuée le 25/08/09

Chaque souche est inoculée à 4 jeunes plants, 2 de la variété CR01 et 2 de la variété CR017

Les plantes reçues du CIRAD le 13/07/09 ont été plantées dans des pots de 500ml, remplis d'un substrat très aéré à base de tourbe et de perlite, désinfecté à la chaleur ; la culture est réalisée en chambre de culture à 30°C sous humidité saturante et avec une photopériode de 12H.

La densité de conidies a été évaluée sous le microscope, à la cellule de Thomas

Les doses apportées dans 30 ml de suspension par arrosage à la surface du sol sont les suivantes :

2-oxy : 6×10^8 conidies par plante

2-solani (en fait oxy) 5×10^8 par plante

11.1-oxy : 8.4×10^8 conidies par plante

20.1-oxy : 3.6×10^8 conidies par plante

Pour les *F. solani*, il n'a pas été possible de dénombrer les fragments de mycélium apportés dans 20ml de suspension à la surface du substrat. L'observation microscopique a montré que de nombreuses chlamydospores étaient associées au mycélium.



Figure 12 : jeunes vitro plants sevrés au moment de l'inoculation. Sur la photo de droite on distingue nettement le mycélium de *F. solani* à la surface du substrat.

Le premier symptôme est observé le 16/10/09 sur une plante inoculée avec la souche **20-1-oxy**

Le premier entre-nœud sortant du sol apparaît noir luisant. Il s'agit d'une pourriture molle. Après arrachage la racine apparaît pourrie, le cortex est détruit il ne reste que le cylindre central.

De plus un certain nombre de racines ayant atteint la surface du sol se sont desséchées. Ces racines sont prélevées de même que la plante malade pour réaliser des isollements après ou sans désinfection superficielle sur milieu malt acide antibiotiques.



Figure 13: Symptômes observés sur la plante en place puis avant ré-isollement

Résultats des isollements :

Plante inoculée avec la souche **20.1-oxy**

Racine principale pourrie : **F. oxysporum** en mélange avec *Trichoderma*

Tige pourrie : **F. oxysporum**

Racines desséchées prélevées sur des plantes saines inoculées avec souche **20.1-oxy**

4 racines : **F. oxysporum** à partir de chaque racine

Ces résultats montrent que la souche 20.1-oxy est responsable des symptômes observés sur la plante malade et les racines desséchées au contact du sol.

Le premier symptôme s'est manifesté pratiquement 2 mois après l'inoculation et il n'a affecté qu'une seule plant

Les isollements réalisés montrent que les symptômes observés sont bien le fait de la souche de *F. oxysporum* inoculée.

La souche 20.1-oxy est une souche isolée d'un crampon nécrosé prélevé sur une liane présentant un symptôme « débutant » à Anjamangotroka région d'Anthala, chez monsieur BADADY Serge.

Il faut indiquer qu'un autre souche 24.2-oxy isolée d'une liane malade issue de la collection de vanilliers du Cirad de la Réunion a également produit des symptômes de même nature, ce qui confirme le caractère pathogène sur vanillier des souches de *Fusarium oxysporum*.

Il peut paraître surprenant que seule une souche isolée de Madagascar ait montré sa virulence vis-à-vis du vanillier. Cela ne signifie pas que les autres souches ne soient pas virulentes mais elles sont vraisemblablement peu agressives. Cette fusariose n'étant pas une fusariose vasculaire mais une fusariose de pourriture, il est vraisemblable qu'elle ne se manifeste avec gravité que sur des plantes affaiblies pour d'autres raisons. Il faut préciser que dans notre chambre climatisée les jeunes plantes bénéficient de conditions de culture optimale, substrat de culture riche en éléments nutritifs, température constante (30°C) et humidité saturante.

Cette interprétation de nos résultats est corroborée par nos observations de terrain où nous avons souvent noté un manque d'entretien des parcelles, et une sécheresse assez marquée. De plus nos visites de parcelles se sont effectuées en fin de saison de production après récolte des gousses. Il est bien connu que les fusarioses sont souvent des maladies de fin de cycle végétatif, qui se manifestent lorsque la plante mobilise ses réserves pour nourrir les fruits.

Il n'est donc pas exclu que les plantes inoculées qui n'ont pas encore manifesté de symptômes le fassent ultérieurement lorsqu'elles subiront des conditions de cultures moins favorables.

L'expérience est donc maintenue en place.

4/ Facteurs abiotiques responsables de la dégradation de la qualité de la vanille

Que l'agent pathogène soit *F. oxysporum* ou *F. solani*, la maladie engendrée est une fusariose de pourriture et nécrose du système racinaire. Les données de la littérature concordent avec nos observations à savoir que nous ne sommes pas en présence d'une fusariose vasculaire qui se généraliserait rapidement à l'ensemble de la plante via les vaisseaux du xylème. Au contraire nos observations montrent que les symptômes sont en général limités à certains entre-nœuds alimentés par une racine malade. Ce qui indique que le pathogène qui progresse dans les racines est stoppé dans sa progression au niveau des nœuds de la tige. Ces fusarioses, comme toutes les maladies racinaires affectent la vigueur des plantes et la qualité des fruits. La perte d'une partie du système racinaire entraîne un défaut d'alimentation de la liane qui affecte sa vigueur et sa productivité. La plante réagit en émettant des racines adventives au niveau des nœuds afin de palier au système racinaire déficient. Ces racines étant à leur tour affectées par la maladie, la plante s'épuise de plus en plus ce qui affecte sa productivité et la qualité de la production et conduit finalement à la mort de la plante.

Il est clair que toutes les conditions pédo-climatiques défavorables à la croissance de la plante favorisent le champignon et la maladie. De manière schématique on peut dire qu'il y a compétition entre vitesse de croissance des racines et vitesse de progression du champignon pathogène. Donc toutes les conditions agro-climatiques et culturales qui favorisent la bonne croissance de la plante sont de nature à diminuer l'incidence de la maladie.

L'observation des producteurs selon laquelle l'allongement de la période sèche aggrave la maladie est cohérente avec ce que nous connaissons des interactions plante/*Fusarium* de pourriture : plus la plante souffre et plus le pathogène est actif ou tout du moins plus les conséquences de l'attaque parasites sont défavorables à la plante et à sa productivité.

Les *Fusarium* responsables de cette maladie étant des champignons du sol, il est difficile de parler d'épidémiologie de cette maladie. Les agents pathogènes ne sont pas véhiculés dans l'atmosphère par le vent ou la pluie, ils sont présents dans le sol et colonisent les racines. Nous avons observé que la maladie est le plus souvent répartie en foyers ; ce qui est une caractéristique des maladies d'origine tellurique. L'agent pathogène qui attaque les racines d'une plante se multiplie à leurs dépens et la mort des racines entraîne une augmentation de la densité d'inoculum. Les racines des plantes voisines de la plante malade sont à leur tour infectées et la maladie s'étend ainsi de proche en proche.

La seule possibilité de transmission à distance de ces maladies d'origine tellurique est le transport de particules de sol infesté lors de tempêtes ou de cyclones. Il n'existe en effet pas de dissémination aérienne de ces agents pathogènes, mais il a déjà été observé dans certains cas la transmission par des poussières provenant de sol infesté.

Le seul facteur connu pour conditionner la gravité des fusarioses est le type de sol. Lors de notre enquête nous avons porté une attention particulière à cet aspect et malheureusement, nous n'avons pas été en mesure d'établir une relation entre les conditions pédo-climatiques et l'incidence de la maladie. Nous l'avons observée aussi bien sur des sols sableux très légers que sur des sols plus lourds, en terrain plat

comme en coteau. Malgré notre demande il n'a jamais été possible de trouver des parcelles saines. Celles qui nous ont été proposées se sont toutes révélées infestées.

Dans l'état actuel de nos connaissances et compte tenu des informations recueillies auprès des producteurs, seul l'allongement de la saison sèche est un facteur climatique récent susceptible d'avoir contribué à l'aggravation de la maladie au cours des dernières années.

5/ Conclusions et recommandations / propositions d'action

5.1/ Propositions de mesures de contrôle des maladies

La maladie prévalente étant une fusariose, provoquée par *F. oxysporum* ou/et *F. solani*, champignons d'origine tellurique, présents à l'état endémique dans tous les sols de la SAVA, seul un respect strict des bonnes pratiques culturales est susceptible d'apporter une amélioration de l'état sanitaire des plantations. En effet, toutes les autres méthodes de lutte qui pourraient être préconisées sont incompatibles avec les conditions socio économiques actuelles.

5.1.1 Retour aux bonnes pratiques culturales

Les méthodes de lutte contre les fusarioses qui faisaient appel à la désinfection chimique des sols sont maintenant interdites en Europe et ne seraient pas applicables dans les conditions de culture du vanillier. Il n'existe aucun fongicide de synthèse efficace au champ contre les fusarioses. De manière réaliste et pragmatique seul un retour aux bonnes pratiques culturales doit être préconisé.

De nombreuses parcelles visitées ne sont pas correctement entretenues. Il conviendrait de les réhabiliter en se rapprochant le plus possible des normes « STABEX ».

La densité des tuteurs et des lianes est parfois excessif, l'entretien à savoir l'éclaircissage est souvent délaissé ; certains producteurs avouent n'entretenir la parcelle que deux fois dans l'année, au moment du mariage et à la récolte, ce qui semble insuffisant.

Il convient également de veiller à ne pas conserver un trop grand nombre de gousses par liane. En effet, la maladie est accentuée par une charge en fruits trop importante, le système racinaire malade étant incapable de nourrir la plante au cours de la période de grossissement et de maturation des fruits.

Une méthode de lutte efficace consiste à appliquer une rotation des cultures. Nous avons visité une exploitation qui respectait cette mesure. Le producteur se limitait à deux récoltes, puis arrachait les tuteurs et replantait dans une autre parcelle derrière riz. Il était très satisfait de cette pratique qui ne laisse pas le temps à la fusariose d'atteindre un niveau critique. Les *Fusarium* étant spécifiques du vanillier, la culture d'une plante non-hôte évite l'accumulation d'inoculum pathogène.

Il est sans doute possible dans certaines exploitations de recommander un apport de compost « suppressif ». Le vanillier développant ses racines dans la litière constituée des tailles des tuteurs et des plantes de couverture, on peut proposer de substituer à cette litière un compost ayant des propriétés suppressives vis-à-vis des *Fusarium*. Nous avons en effet démontré que les matières organiques compostées sont « résistantes » aux fusarioses. Cette résistance est due à la microflore qui colonise le compost après la phase thermophile. Cela implique que la matière organique soit correctement

compostée, ce qui n'est pas envisageable in situ. Il faudrait organiser des sites de compostage puis épandre le compost dans la plantation.

L'introduction d'une rotation culturale de même qu'un apport de compost suppressif n'est envisageable que dans des exploitations de taille suffisamment importantes et disposant de ressources suffisantes. Dans les exploitations familiales traditionnelles, seul le retour aux bonnes pratiques déjà connues et vulgarisées peut être recommandé. Il faut pour cela disposer de techniciens bien formés capables d'encadrer les producteurs qui le plus souvent ne disposent pas des conseils nécessaires

5.1.2/ Actions à plus long terme

Le moyen de lutte le plus efficace repose, sans aucun doute, sur la sélection de vanilliers résistants à la maladie. L'espèce *pompona* est en effet résistante à la fusariose et certains hybrides du FOFIFA présentent apparemment une bonne résistance à la maladie. La création d'hybrides résistants à la maladie et de bonne qualité aromatique est un travail de longue haleine qui nécessite des moyens financiers et humains conséquents.

Des procédés de lutte biologique faisant appel à des microorganismes antagonistes ont déjà été proposés pour lutter contre les fusarioses dans d'autres cultures. Ils font appel à des souches de *Fusarium* non pathogènes, des champignons du genre *Trichoderma*, ou des bactéries du genre *Pseudomonas*. Ces microorganismes pourraient assez facilement être produits localement sur des résidus agricoles. Mais il convient auparavant de sélectionner les souches les plus efficaces et de définir les conditions d'application pour une efficacité satisfaisante.

Enfin, il serait intéressant d'étudier les interactions entre les *Fusarium* pathogènes du vanillier et les différentes espèces végétales servant de tuteurs ou de plantes de couverture. En effet certaines espèces végétales sont connues pour héberger dans leur rhizosphère des microorganismes antagonistes des *Fusarium*. Il est par exemple préconisé de cultiver des alliacées en association avec la tomate pour lutter contre la fusariose. Si des tuteurs ou des plantes intercalaires avaient ce type de propriétés il pourrait être facile de recommander leur emploi dans les plantations.

5.2/ Proposition de recherche participative visant à identifier les facteurs agro-écologique conditionnant l'état sanitaire des plantations

Notre prospection n'ayant pas permis d'établir une typologie des parcelles et des facteurs agro-écologiques influençant l'état sanitaire des plantations, il nous paraît important d'entreprendre un suivi phytosanitaire de la culture sur quelques parcelles bien choisies permettant de faire ressortir l'influence du type de conduite, du type de sol, des apports de matière organique, du niveau d'infestation du sol. Il serait intéressant de comparer :

un système Stabex à un système traditionnel dans lesquels seraient appliquées différentes stratégies de réhabilitation des cultures, d'apport de matière organique fraîche ou compostée

une culture établie sur une parcelle cultivée depuis de nombreuses années, donc sur sol fortement infesté à une culture installée sur un sol n'ayant pas de précédent cultural vanille

Il conviendrait de suivre régulièrement le développement des lianes et des gousses et de noter avec précision la date d'apparition et la localisation des symptômes.

Cette expérimentation qui impliquerait des techniciens de terrain et des producteurs permettrait de mieux connaître cette maladie et d'éprouver différentes méthodes culturales susceptibles d'y porter remède. Les protocoles devront être adaptés en fonction des conditions locales, précisés rigoureusement et validés par des experts compétents.

Maladies virales

1/ Rappel sur les viroses de la vanille

Dix virus ont été signalés sur les vanilliers cultivés à travers le monde (Farreyrol *et al.*, 2001; Grisoni *et al.*, 2004; Grisoni *et al.*, 2006; Pearson *et al.*, 1993; Wisler *et al.*, 1987) ; *Cymbidium mosaic virus* (CymMV, *Potexvirus*), *Odontoglossum ringspot virus* (ORSV, *Tobamovirus*), *Cucumber mosaic virus* (CMV, *Cucumovirus*), et sept *Potyvirus* ; *Dasheen mosaic virus* (DsMV-Van), *Watermelon mosaic virus* (WMV), *Bean common mosaic virus* (BCMV), *Bean yellow mosaic virus* (BYMV), *Cowpea Aphid borne mosaic virus* (CABV), *Wisteria vein mosaic virus* (WVMV) et *Ornithogalum mosaic virus* (OrMV). Un virus non caractérisé mais apparenté à la famille des *Rhabdoviridae* sur la base d'observations en microscopie électronique a aussi été observé sur des vanilliers présentant des taches nécrotiques au Vanuatu et à Fidji (Pearson *et al.*, 1993).

Les maladies virales sont incurables chez les plantes. Seule la mise en œuvre de mesures prophylactiques permet d'en minimiser l'impact sur les cultures. Pour y parvenir il est indispensable de savoir dépister et identifier les virus en cause et de disposer d'informations pertinentes sur leur épidémiologie. Le CymMV, le CMV et le groupe des *Potyvirus* sont les virus les plus dommageables aux cultures de vanillier du fait de leur forte prévalence et des dégâts importants qu'ils occasionnent (Figure 11).

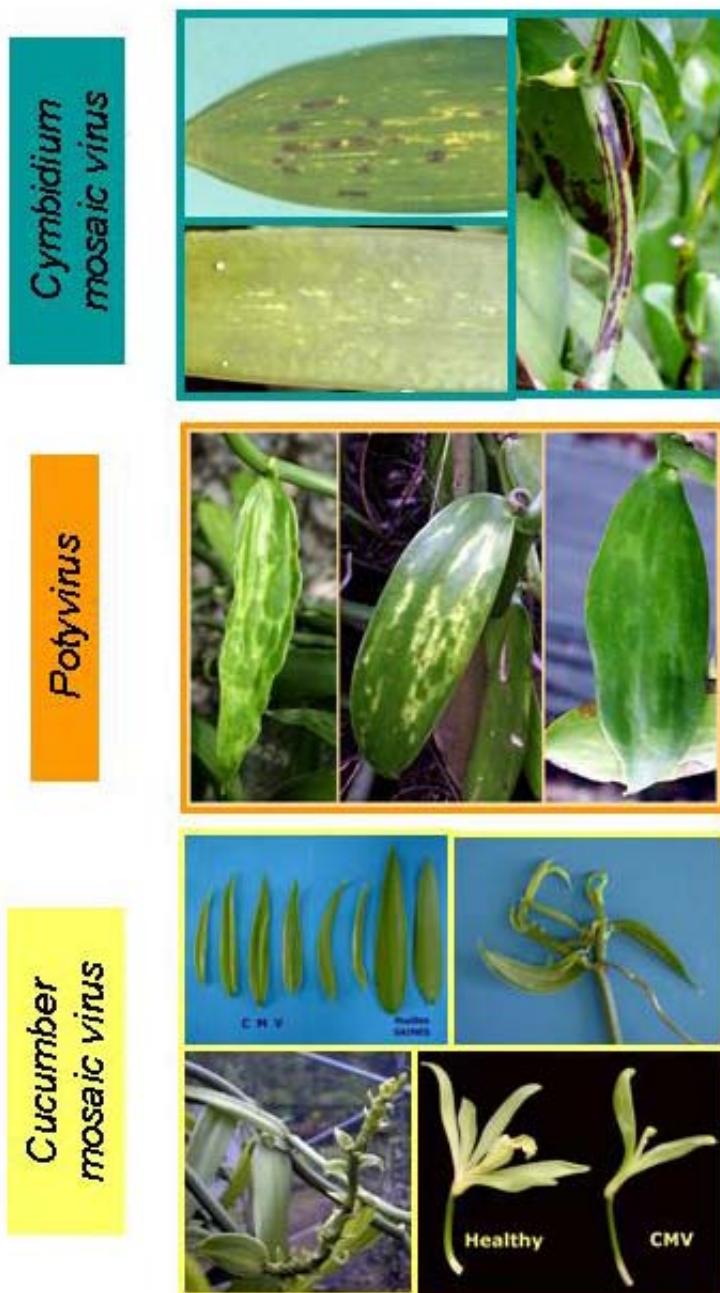


Figure 14: symptômes de viroses sur vanilliers

1.1/ Le CymMV

Comme tous les membres de la famille des *Potexvirus* à laquelle il appartient, le CymMV a une grande stabilité et la concentration en virions est très élevée dans tous les tissus des plantes infectées. De ce fait il est transmis très efficacement de plante à plante à l'occasion de micro-blessures provoquées lors des opérations culturales. En revanche il n'a pas de vecteur animal. Le CymMV n'infecte naturellement que les plantes de la famille des Orchidées. On le rencontre très fréquemment dans les orchidées ornementales cultivées alors que les orchidées sauvages, qui se

reproduisent par graine, sont généralement indemnes. Le CymMV a une répartition géographique mondiale. Il a été trouvé sur vanillier dans la plus part des îles de l'Océan Indien ou du Pacifique. L'infection des vanilliers par le CymMV est très souvent asymptomatique mais elle se manifeste parfois par l'apparition de tirets chlorotiques ou nécrotiques sur les feuilles.

Bien que les dégâts directs dus au CymMV soient bénins, l'infection par ce virus réduit la croissance végétative d'environ 30 à 40% et exacerbe la sensibilité des vanilliers à d'autres pathologies. Pour cette raison la lutte contre le CymMV est primordiale. Elle repose essentiellement sur la plantation de boutures indemnes de virus. L'existence d'outils de dépistage robustes et sensibles a permis la mise en place de stratégies de production de matériel végétal indemne notamment à La Réunion et en Polynésie française.

1.2/Les viroses transmises par pucerons : Potyvirus et CMV

La famille des *Potyvirus* compte plus de 120 espèces pathogènes des végétaux. Chaque espèce a généralement une gamme assez étroite de plantes hôtes. Les *Potyvirus* sont transmis par pucerons sur le mode non persistant. C'est-à-dire qu'une piqûre d'essai de quelques dizaines de secondes suffit à un puceron vecteur pour acquérir le virus ou l'inoculer à une plante saine. La transmission mécanique est aussi possible et dans de rares cas le virus est transmis par les semences. Les 7 espèces de *Potyvirus* recensées sur vanilliers provoquent des mosaïques plus ou moins prononcées sur les feuilles et tiges, parfois accompagnées de déformation du limbe. Le DsMV-Van a une gamme de plantes hôte strictement limitée aux vanilliers alors que les autres potyvirus ont une gamme plus large incluant notamment différentes espèces de Fabacées ou de Cucurbitacées. Un test sérologique générique permet de confirmer l'infection virale d'une plante par un *Potyvirus*. L'identification de l'espèce virale en jeu peut se faire par séquençage d'une partie conservée du génome viral.

Le CMV appartient à la famille des *Cucumovirus*. Il a une distribution mondiale. Il s'agit du virus possédant la plus large gamme de plantes hôtes puisque qu'il infecte plus de 1000 espèces appartenant à 50 familles végétales. Le CMV se transmet par les semences chez certaines espèces mais surtout de manière non persistante par les piqûres alimentaires des pucerons (80 espèces vectrices). Le CMV a été identifié sur vanillier en 2000 dans l'archipel de la Société (Polynésie française) puis en 2001 à la Réunion. En Polynésie, sur *V. tahitensis*, il induit de graves perturbations de la croissance des vanilliers pouvant entraîner la stérilité des lianes et son incidence est souvent importante (plus de 50% des lianes infectées dans certaines parcelles). Les symptômes décrits sur *V. planifolia* à la Réunion paraissent moins sévères et les contaminations plus rares. Les souches de CMV rencontrées sur vanilliers appartiennent toutes au sous-groupe 1.

La lutte contre les *Potyvirus* et contre le CMV repose essentiellement sur la plantation de lianes indemnes et l'élimination des plantes infectées des parcelles (vanilliers et plantes adventices réservoir de virus ou de vecteurs).

2/ Prévalence des viroses dans les vanilleraies du Sud Ouest Océan Indien

Le CymMV, le CMV et de nombreux *Potyvirus* ont une distribution mondiale et sont donc très probablement présents sur l'ensemble de l'aire de culture de la vanille. Dans la région SOOI, des inventaires viraux ont été réalisés dans les vanilleraies de La Réunion (Benezet *et al.* 2000, Pearson, 1997), Maurice (Rassaby, 2003 ; Grisoni, 2008), dans l'archipel des Comores (Grisoni & Abdul-Karim, 2007), ainsi qu'à Madagascar (Grisoni *et al.*, 1997, Leclercq-Lequillec & Nany, 1999-2000a-2000b; Grisoni, 2004).

A La Réunion, les premières épidémies virales en vanilleraie ont été dépistées à partir de 1996 dans les parcelles intensifiées, notamment dans les cultures sous ombrière. Les suivis virologiques ont révélé d'importantes contaminations par le CymMV et quelques épidémies circonstanciées de *Potyvirus* (BYMV, BCMV, CABMV). Ultérieurement quelques cas d'infection par le CMV ont aussi été détectés mais sans atteindre l'importance que ce virus peut avoir en Polynésie française.

Les contrôles virologiques effectués à **l'île Maurice** ont révélé la présence de CymMV dans deux des trois ombrières testées. Ces contaminations ont été associées à la plantation de matériel végétal infecté.

La prospection réalisée en 2007 **en Grande Comore, à Mohéli et à Mayotte** a révélé une situation sanitaire très favorable de l'archipel sur le plan viral puisque aucun cas de virose n'y a été dépisté sur vanillier.

Les vanilleraies de **Madagascar** ont fait l'objet d'enquêtes virologiques spécifiques répétées il y a une dizaine d'années dans le cadre du projet de relance de la vanilliculture soutenu par le Stabex entre la fin des années 1990 et début 2000. Les diagnostics viraux ont démontré qu'à Madagascar le CymMV est le principal virus rencontré dans les parcelles. Les taux de contamination varient fortement d'une parcelle à l'autre en fonction de l'origine des boutures. Ainsi, les lianes des variétés hybrides issues du Fofifa sont presque toutes virosées alors que le matériel de vanille ordinaire des plantations villageoises est très généralement sain. Les contaminations par *Potyvirus* sont tout à fait marginales. En effet seulement 12 cas ont été identifiés sur plus de 1000 vanilliers indexés entre 1997 et 2000 dans la région de la SAVA. Un taux de 5% d'infection par le CABMV a néanmoins été signalé en 2003 dans le contexte particulier d'une culture sous ombrière près d'Ambaja. Le CMV n'a jamais été détecté et aucun symptôme pouvant lui être attribué n'a été décrit au cours des différentes prospections. A notre connaissance, la situation virale de la SAVA n'a pas été réactualisée depuis 2000, notamment pour savoir si les foyers de CymMV liés aux variétés hybrides se sont développés ou non.

3 / Prospection virologique

3.1/Méthodologie

Les plants présentant des symptômes (mosaïque, taches chlorotiques ou nécrotiques, déformations) pouvant traduire une infection virale (CymMV, CMV, ORSV et groupe des

Potyvirus) ont été recherchés dans les 61 parcelles visitées. Le CymMV étant souvent asymptomatique sur vanillier, un échantillon de 6 à 8 feuilles prélevées aléatoirement a été constitué dans chaque parcelle pour y dépister ce virus par Elisa. Cinq échantillons de *C. diffusa*, espèce réservoir de virus pathogènes des vanilliers (CMV et *Potyvirus*), ont également été collectés. Nous n'avons pas relevé au cours de la prospection de colonies importantes de pucerons potentiellement vecteurs de viroses dans les vanilleraies.

Chaque échantillon de matériel végétal a été déshydraté dans du chlorure de calcium ou du Silicagel (Bos) en vue de sa conservation à température ambiante jusqu'à la réalisation des tests sérologiques réalisés (Grisoni *et al*, 2007), au Pôle de Protection des Plantes de Saint Pierre (La Réunion).

Dix échantillons infectés par le CymMV ont été génotypés par séquençage direct (Cogenics, UK) du gène de la capsid protéique (CP) après amplification par RT-PCR au 3P. Le séquençage de ce gène bien caractérisé et assez polymorphe permet d'estimer la diversité des populations virales présente à Madagascar et de les comparer avec celles décrites dans le reste du Monde.

3.2/Résultats des analyses

CymMV

La plupart des 69 échantillons composites prélevés dans les 61 parcelles de vanillier de la SAVA sont indemnes de CymMV (Tableau 2, page 38). Huit échantillons prélevés dans sept parcelles sont infectés par le CymMV (parcelles #02, 25, 59, 62, 63, 68 et 70). Pour au moins quatre de ces parcelles virosées (#02, 25, 68, 70) des vanilliers 'Hybride' ou de type 'Mexique' y ont été observés qui pourraient constituer les foyers de contamination primaire. Dans trois cas seulement (parcelles #25, 68 et 70) des symptômes de *flecking*, signant l'infection des vanilliers par le CymMV, avaient été relevés (Figure 12).



Figure 15 : Tirets chlorotiques (ou *flecking*) spécifiques du CymMV sur vanillier.

Par rapport aux indexages réalisés en 1997 et 2000, et malgré son fort pouvoir de propagation, il n'y a pas eu d'extension sensible du CymMV dans les vanilleraies de la SAVA au cours des dix dernières années (Tableau 3, ci-après). Cela peut être mis au crédit du programme précédent de relance de la culture de la vanille qui a pris soin de procéder à un contrôle virologique rigoureux du matériel végétal notamment pour l'établissement des nouvelles plantations. Cela résulte aussi probablement du peu d'engouement des planteurs pour les variétés améliorées (mais fréquemment virosées) issues de la station vanille.

Cependant, alors qu'en 1997 les parcelles virosées correspondaient exactement à celles hébergeant des lianes issues de la station vanille (hybrides), cette corrélation paraît moins nette en 2009. Cela pourrait traduire un début de dissémination du CymMV par les vanilliers ordinaires (et non plus seulement par les vanilliers hybrides).

Tableau 3 : Evolution de la proportion de parcelles infectées par le CymMV dans la SAVA au cours des douze dernières années.

District	mai-1997 ⁽¹⁾		mai-2000 ⁽²⁾		mai-2009 ⁽³⁾	
Sambava	0/2	0%	1/10	10%	2/48	4%
Antalaha	1/1	100%	2/3	67%	5/9	56%
Vohemar	0/1	0%	1/4	25%	-	-
Andapa	1/8	13%	1/6	17%	0/4	0%
Total	2/12	17%	5/23	22%	7/61	11%

⁽¹⁾ Grisoni *et al.*, 1997 ; ⁽²⁾ Leclercq-LeQuilicq & Nany, 2000a et 2000b; ⁽³⁾ *cette étude*.

Cinq des sept parcelles virosées en 2009 sont situées dans le district d'Antalaha, et deux dans celui de Sambava. Sous réserve d'un biais d'échantillonnage, le déséquilibre de prévalence du CymMV entre les deux régions est significatif (5/9 pour Antalaha contre 2/48 pour Sambava). Cette différenciation géographique est cohérente avec l'origine des contaminations attribuée aux hybrides de la station vanille d'Ambohitsara, toute proche d'Antalaha.

Génotypage des souches de CymMV présentes sur la station d'Ambohitsara.

Le gène de la CP a été partiellement séquencé (606 nt) pour dix échantillons de feuilles prélevés sur la station d'Ambohitsara (4 géniteurs et 6 hybrides). Les séquences ont été comparées X séquences de CymMV présentes dans Genbank es bases de donnée. Les résultats présentés sur la figure 16 indiquent que le matériel de la station est infecté par deux types de souches qui appartiennent toutes deux au sous-groupe 1 du CymMV. Les isolats de la première souche MadA (CR1529, CR1532, CR1533, CR1534, CR1545, CR1547, CR1548, CR1549) présentent plus de 97% d'identités entre eux et sont phylogénétiquement apparentés, en accord avec l'hypothèse d'une transmission horizontale d'un isolat initial introduit sur la station. Le taux assez élevé de divergence des isolats de cette souche peut traduire une contamination ancienne des plants ayant abouti à la différenciation des isolats par mutations du virus. De même, les isolats de la seconde souche MadB (CR1525 et CR1526) sont 99.8% identiques entre eux mais

moins de 97% identiques à ceux de la souche MadA. Ces isolats MadB sont plus proches (98.7 % d'identité) d'un isolat Coréen isolé de *Cattleya* (AY050649).

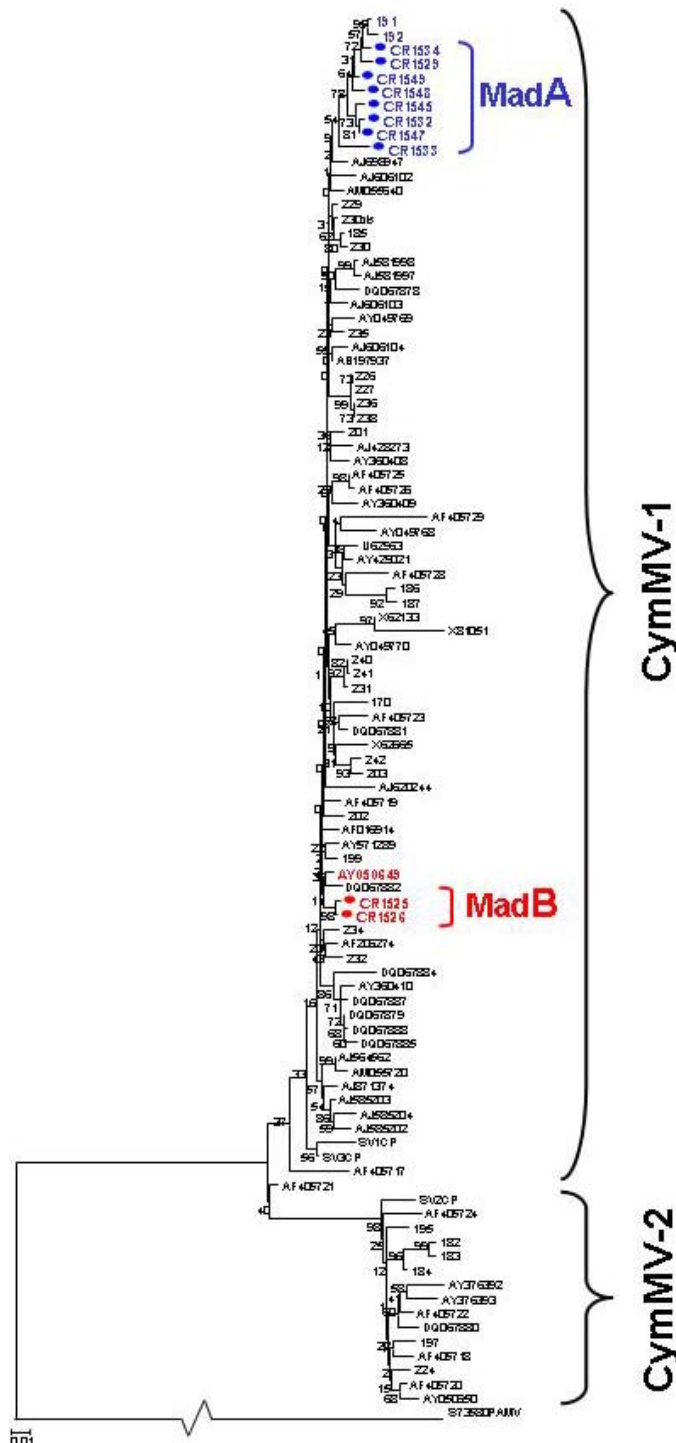


Figure 16 : Les 10 isolats de CymMV de la station vanille sont du type 1 et se répartissent en deux groupes phylogénétiques MadA et MadB. Cladogramme obtenu par neighbour-Joining (Distance de Jukes & Cantor, 1000 bootstraps) à partir des séquences nucléotidiques du gène de capsid protéique (606 nt) de 10 isolats de CymMV de la station vanille et 87 isolats décrits dans Genbank ou séquencés au 3P.

Le génotypage des isolats donne une indication permettant de retracer l'origine de la contamination des parcelles. Ainsi, par exemple les isolats de CymMV trouvés en 2003 dans une parcelle de vanillier de Vohemar (#192 et 191) et dans laquelle des hybrides était présents, apparaissent clairement du type MadA (99.8% identité) ce qui vient confirmer la présomption de contamination de ces lianes par un plant issu de la station d'Ambobitsara et présent dans la parcelle.

Virus transmis par aphides

Une dizaine de parcelles de la SAVA comptaient des peuplements importants de *C. diffusa* dans le tapis d'adventices. Cette espèce peut héberger des virus pathogènes des vanilliers (CMV ou *Potyvirus*). Trois des quatre échantillons de *C. diffusa* testés sont infectés par un Potyvirus mais aucun n'héberge le CMV (tableau 4, page 40). Ce potyvirus est en cours d'identification par séquençage partiel du gène de la capsid virale, mais il semble s'agir d'une espèce non virulente ou peu transmissible sur vanillier puisque tous les vanilliers situés à proximité des adventices virosées sont indemnes de potyvirus.

4 / Conclusions et recommandations

En conclusion, la situation virale des vanilleraies de la SAVA est globalement assez satisfaisante bien qu'environ 10% des parcelles soient infectées par le CymMV. Ces cas, encore sporadiques, de contamination par le CymMV sont sans rapport avec les dépérissements de lianes observés dans toute la SAVA. Néanmoins, la présence sur l'ensemble de la zone de foyers viraux justifie de mettre en œuvre des mesures visant à limiter l'expansion de ce virus. Sans envisager son éradication qui supposerait le déploiement de moyens énormes en regard du risque avéré, des actions simples de prophylaxie peuvent être proposées pour freiner sa dissémination et ainsi préserver la vanilleraie malgache:

4.1 - Informer les planteurs chez qui des virus ont été détectés afin qu'ils ne diffusent pas de matériel végétal virosé à des tiers.

4.2 - Identifier des parcelles saines dans les principales communes de la région pouvant servir à la fourniture de boutures indemne de virus aux planteurs souhaitant réhabiliter une parcelle de vanille. Pour certifier ces parcelles saines, il conviendra de les indexer plus complètement que ce qui a été fait dans cette prospection ; Tester au moins 50 % des plants, par lots de 10 feuilles (soit environ 10 tests/200 tuteurs) et renouveler les tests une fois par an.

4.3 – Mettre à disposition des agents d'appui aux producteurs de vanille des kits de dépistage rapide du CymMV. De tels kits, comme les immunostrips commercialisés par la société Agdia (USA) sous la référence ISK13300/0025 (www.agdia.com), permettent de tester les plants en quelques minutes, sans équipement particulier. Ces kits sont donc bien adaptés aux conditions locales car ils permettent de tester les vanilliers directement sur le terrain ou dans les centres de Sambava ou Antlaha. Pour garantir la validité des tests, il faudrait assurer une formation minimale des agents encadrant le programme à leur bon usage (1 à 2 journées de formation) et disposer de réfrigérateurs pour que les immunostrips puissent être conservés au froid (+ 4°C). Cette activité de diagnostic pourrait aisément être mise en œuvre, à coût réduit, dans le laboratoire d'analyses physico-chimiques prévu à Sambava.

4.4 - Compte tenu du fort taux d'infection des vanilliers hybrides, du risque croissant de dissémination du CymMV également par les boutures de vanilliers 'ordinaires', il est préconisé de mettre en place **un schéma production de matériel végétal certifié indemne de virus** à l'échelle nationale. L'exemple de la variété hybride *Tsy Taitra* est à ce titre éloquent. Cet hybride vigoureux qui peut être une option intéressante pour lutter contre les dépérissements causés par les *Fusarium* (deux planteurs ont d'ailleurs fait le choix de le cultiver) est malheureusement virosé. L'amélioration de la qualité de la vanille produite à Madagascar, si elle passe par un meilleur contrôle des problèmes phytosanitaires doit donc aussi prendre en compte la gestion des ressources génétiques. Ce point est développé dans le rapport de la mission connexe réalisée sur les ressources génétiques.

Conclusion générale

Nos observations et analyses montrent qu'aucune maladie nouvelle, qui aurait permis d'expliquer la dégradation de l'état sanitaire des plantations, n'est apparue récemment dans la SAVA.

Le problème phytosanitaire le plus grave est un dépérissement du système racinaire qui entraîne un affaiblissement progressif puis un dépérissement des lianes et affecte *in fine* la productivité de la plante.

A partir des racines et des lianes malades nous avons isolé deux champignons appartenant au genre *Fusarium* ; *F. oxysporum* et *F. solani*. Ces deux espèces ont été décrites comme pathogènes du vanillier. Cependant une conclusion définitive quant à la virulence de ces deux espèces ne pourra être tirée qu'après avoir pratiqué des expériences de ré-inoculation des souches sur plante saine.

L'hypothèse d'une attaque virale n'est pas démontrée. Le virus CymMV a été détecté dans environ 10% des parcelles échantillonnées, ce qui montre son extension par rapport aux enquêtes précédentes. Mais sa présence sporadique ne peut expliquer le dépérissement des lianes observé dans toutes les parcelles visitées. De plus la répartition de plantes dépérissantes en foyers indique que nous sommes en présence de symptômes provoqués par des champignons du sol.

Le premier objectif doit donc d'être de lutter contre ces dépérissements racinaires dus à *F. oxysporum* et/ou *F. solani*.

Il n'existe aucun moyen d'éradiquer ces champignons et les maladies qu'ils provoquent.

Il n'existe aucun moyen de lutte chimique contre ces maladies.

Dans l'immédiat il faut mettre en œuvre toutes les méthodes culturales contribuant à favoriser la vigueur de la plante.

De nombreuses parcelles sont peu ou mal entretenues. Il convient de les réhabiliter en mettant en pratique les bonnes techniques culturales qui consistent à élaguer régulièrement les tuteurs, à prendre soin de boucler correctement les lianes, à réaliser une litière suffisamment épaisse pour que les racines s'y développent, à ne pas trop charger en fruits pour maintenir un bon équilibre entre l'appareil végétatif et l'appareil reproducteur.

Pour atteindre cet objectif, il convient de renforcer l'encadrement technique des agriculteurs par des techniciens bien formés, en agronomie et en phytopathologie, et agissant en synergie avec les personnels des différents organismes chargés du développement agricole (Ministère agriculture et Fofifa).

Les techniciens devraient pouvoir s'appuyer sur un laboratoire de diagnostic microbiologique et virologique (kits de diagnostic) pour valider les observations de terrain. **Il conviendrait donc d'adjoindre au laboratoire d'analyse de la qualité prévu à Sambava un laboratoire de diagnostic des maladies du vanillier.**

Il conviendra de prévoir une formation complémentaire des techniciens affectés à l'encadrement des agriculteurs et au laboratoire de diagnostic.

La création de variétés résistantes à la fusariose constitue le moyen le plus réaliste pour lutter efficacement et économiquement contre cette maladie. Cet objectif est un objectif à moyen terme qui nécessite de mobiliser des moyens de recherche sur plusieurs années. Tout le matériel de départ est disponible, de même que la méthodologie. Il conviendrait de prendre rapidement une décision quant au lancement d'un tel programme qui est le seul à même d'apporter une aide efficace aux planteurs.

Références bibliographiques

- Benezet, H., Picard, E., Côme, B., Grisoni, M., Leclercq Le Quillec, F., Gambin, O., and Jeuffrault, E. (2000) Les virus du vanillier à la Réunion. *Phytoma, la défense des végétaux* 526: 40-42.
- Bouriquet, G. (1954) Pathologie. In *Le vanillier et la vanille dans le monde*. Bouriquet, G. (ed). Paris: Editions Paul Lechevalier, pp. 459-487.
- Farreyrol, K., Pearson, M.N., Grisoni, M., and Leclercq Le Quillec, F. (2001) Severe stunting of *Vanilla tahitensis* in French Polynesia caused by cucumber mosaic virus (CMV), and the detection of the virus in *V. fragrans* in Reunion Island. *Plant Pathology* 50: 414.
- Grisoni, M., Côme, B., and Nany, F. (1997) Projet de relance de la vanilliculture dans la région du Sava. In *Compte rendu de mission à Madagascar du 05 au 18 mai 1997* Saint Pierre: CIRAD / FOFIFA, pp. 11.
- Grisoni, M. (2004) Rapport de mission à Ambanja (Madagascar). Saint Pierre (La Réunion): CIRAD, pp. 25p.
- Grisoni, M., Davidson, F., Hyrondelle, C., Farreyrol, K., Caruana, M.L., and Pearson, M. (2004) Nature, incidence and symptomatology of viruses infecting *Vanilla tahitensis* in French Polynesia. *Plant disease* 88: 119-124.

- Grisoni, M., Moles, M., Farreyrol, K., Rassaby, L., Davis, R.I., and Pearson, M.N. (2006) Identification of the potyviruses infecting vanilla by direct sequencing of a short RT-PCR amplicon. *Plant Pathology* 55: 523-529.
- Grisoni, M., and Abdoul-Karime, A.L. (2007) Epidémiologie et surveillance des vanilleraies de Mayotte et des Comores. Mayotte), C.F.P.d. (ed.) Mamoudzou, Mayotte: Cirad/DAF-PV, pp. 34.
- Grisoni, M., Moles, M., Besse, P., Bory, S., Duval, M.-F., and Kahane, R. (2007) Towards an international plant collection to maintain and characterize the endangered genetic resources of vanilla. *Acta Hort. (ISHS)* 760: 83-91.
- Grisoni, M. (2008) Rapport de mission à l'île Maurice; du 05 au 06 mai 2008. CIRAD Saint Pierre, La Réunion, pp. 16 p.
- Leclercq-Le Quillec, F., and Nany, F. (1999) Compte rendu de mission à Madagascar 22 juin - 2 juil.: CIRAD/FED/FOFIFA, pp. 12 p +annexes.
- Leclercq-Le Quillec, F., and Nany, F. (2000a) Compte rendu de mission à Madagascar 18 fev. - 15 mars 2000. CIRAD/FED/FOFIFA, pp. 11 p.
- Leclercq-Le Quillec, F., and Nany, F. (2000b) Compte rendu de mission à Madagascar 5-23 mai 2000.: CIRAD/FED/FOFIFA, pp. 10 p.
- Nany, F. (1996) Résultats de recherche vanille : Manitra ampotony, Tsy taitry, deux variétés prometteuses. *Les cahiers du Cite*: 47-48.
- Pearson, M.N., Jackson, G.V.H., Pone, S.P., and Howitt, R.L.J. (1993) Vanilla viruses in the South Pacific. *Plant Pathology* 42: 127-131.
- Rassaby, L. (2003) Rapport de mission d'expertise phytosanitaire : virus/vanille/Maurice. Saint Pierre, Réunion: CIRAD, pp. 12.
- Wisler, G.C., Zettler, F.W., and Mu, L. (1987) Virus infections of Vanilla and other orchids in French Polynesia. *Plant Disease* 71: 1125-1129.

TABLEAUX

Tableau 1 : Résultats des analyses microbiologiques

Au total 36 échantillons provenant de 23 prélèvements différents ont été analysés. Après désinfection superficielle puis rinçage à l'eau distillée stérile les fragments de liane ou de crampons ont été découpés puis déposés sur 3 milieux de culture différents : Malt acide antibiotiques, PDA et Komada.

F. solani est mis en évidence à partir de 23 échantillons

F. oxysporum est mis en évidence à partir de 12 échantillons

F. solani et *F. oxysporum* sont mis en évidence conjointement dans 8 échantillons.

La fréquence d'isolement de chacune des deux espèces est élevée, il est donc nécessaire d'inoculer les souches au vanillier pour déterminer leur pouvoir pathogène sur cet hôte.

Ech.	Parc ⁽¹⁾	Symptôme	Malt ++	PDA	Komada
1.1	#01	Liane morte		<i>F. solani</i> / <i>F. oxysporum</i>	
1.2	#01	Racine morte			
1.3	#01	Racine saine		<i>F. oxysporum</i>	
1.4	#01	Liane dépérissante		<i>F. solani</i>	
2	#01	Crampons malades		<i>F. solani</i> / <i>F. oxysporum</i>	
3.1	#01	Crampons malades	<i>F. solani</i>	<i>F. oxysporum</i>	<i>F. solani</i>
3.2	#01	Tige malade au niveau d'un nœud où crampon malade		<i>F. solani</i>	
4	#02	Tige malade au niveau d'un nœud où crampon malade			<i>F. solani</i>
5	#04	Liane malade au niveau d'un nœud sèche d'un côté saine de l'autre	<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>	<i>F. solani</i>
6	#09	Crampons plus ou moins nécrosés			

7	#10	Crampons morts	F. solani	F. oxysporum	
8	#10	Liane au niveau d'un nœud, sèche d'un côté saine de l'autre			
9.1	#13	Liane malade			
9.2	#13	Crampon malade	F. solani	F. solani	
10.1	#15	Liane au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté sain de l'autre	F. solani	F. solani	
10.2	#15	Crampon malade qui part de ce nœud	F. solani	F. solani	
11.1	#17	Liane au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté saine de l'autre	F. solani	F. oxysporum	
11.2	#17	Crampon qui part de ce nœud		F. solani	
12	#19	Liane au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté saine de l'autre	F. solani		
13	#20	Liane au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté saine de l'autre		F. solani	
14	#25	Crampons malades		F. oxysporum	
15	#30	Liane aérienne (sans contact direct avec le sol) au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté saine de l'autre	F. solani	F. solani	
16	#31	Liane au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté saine de l'autre à vérifier liane au contact du sol	F. solani	F. solani	
17	#38	Crampon au niveau d'une ramification sain d'un coté, nécrosé de l'autre		F. oxysporum	
18	#44	Liane au niveau d'une ramification une branche nécrosée l'autre branche saine cf photo	F. solani	F. oxysporum	
19	#55	Lianes nécrosées important développement mycélien en surface durant le			F. solani

		transport Mise en culture du mycéliu			
20.1	#59	Crampons nécrosés	F. solani	F. oxysporum	
20.2	#59	Crampons sains		F. oxysporum/ F. solani	F. solani
20.3	#59	Liane jaune dépérissante			
21	#61	Liane au niveau d'un nœud, nécrose d'un côté saine de l'autre			F. solani
21bis	#61	Mise en culture du mycélium aérien apparu sur la liane	F. solani		
22.1	#66	Crampons sains		F. solani/ oxysporum	F.
22.2	#66	Crampons malades			
23	#38	Balai présentant des gousses avec pourriture molle brun chocolat type Phytophthora Mise en culture du mycélium apparu en surface sur PDA et Komada Prélèvement de tissus malades sur l'axe au point d'insertion des gousses		F. solani	

(1) voir l'annexe 2 pour le descriptif des parcelles.

Tableau 2 : Résultats des tests ELISA de dépistage du CymMV

Echan tillon	date collecte	réf. parc.	bloc	district	commune	Variété	symptômes/ Observations	matériel testé	DO moy.	CymMV
S01	20-mai	#01		Sambava	Farahalana	Ordinaire	RAS	6 feuilles	0,039	saine
S02	20-mai	#02		Sambava	Farahalana	Ordinaire	RAS	6 feuilles	0,045	saine
S03	20-mai	#02		Sambava	Farahalana	Mexique	feuilles étroites	2 feuilles	2,832	virosée
S05	20-mai	#03	1	Sambava	Farahalana	Ordinaire	ras	4 feuilles	0,030	saine
S06	20-mai	#03	2	Sambava	Farahalana	Ordinaire	ras	4 feuilles	0,021	saine
S07	20-mai	#04		Sambava	Farahalana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,034	saine
S08	20-mai	#05		Sambava	Farahalana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,024	saine
S09	21-mai	#09		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,048	saine
S10	21-mai	#10		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,024	saine
S11	21-mai	#11		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,028	saine
S12	21-mai	#13		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,097	saine
S13	21-mai	#14		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,040	saine
S14	21-mai	#15		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,031	saine
S15	21-mai	#16		Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	2 feuilles	0,022	saine
S16	21-mai	#17	STABEX	Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,019	saine
S17	21-mai	#17	familiale	Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,050	saine
S18	21-mai	#18	a	Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,023	saine
S19	21-mai	#18	b	Sambava	Anjombalava	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,026	saine
S20	22-mai	#19		Sambava	Marongona	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,022	saine
S21	22-mai	#20		Sambava	Marongona	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,055	saine
S22	22-mai	#21		Sambava	Marongona	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,032	saine
S23	22-mai	#22		Sambava	Marongona	Ordinaire	ras	8 feuilles	0,028	saine
S24	22-mai	#23		Sambava	Marongona	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,020	saine
S26	22-mai	#25		Sambava	Nosiarnina	Ordinaire	flecking	7 feuilles	3,246	virosée
S27	22-mai	#26		Sambava	Nosiarnina	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,061	saine
S28	22-mai	#27		Sambava	Nosiarnina	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,044	saine
S29	23-mai	#28		Sambava	Andratamarina	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,026	saine
S30	23-mai	#29		Sambava	Andratamarina	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,052	saine
S31	23-mai	#30		Sambava	Andratamarina	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,057	saine
S32	23-mai	#31		Sambava	Andratamarina	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,029	saine
S33	23-mai	#32		Sambava	Andratamarina	Ordinaire	ras	8 feuilles	0,021	saine
S34	23-mai	#33	1	Sambava	Ambohimitsinjo	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,033	saine
S35	23-mai	#33	2	Sambava	Ambohimitsinjo	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,021	saine
S36	23-mai	#34		Sambava	Anjinjaomby	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,052	saine
S39	25-mai	#37	bas	Sambava	Amborimiambana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,036	saine
S40	25-mai	#37	haut	Sambava	Amborimiambana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,026	saine
S41	25-mai	#38		Andapa	Andapa	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,026	saine
S42	25-mai	#39		Andapa	Andapa	Ordinaire	ras	8 feuilles	0,044	saine
S43	25-mai	#40		Andapa	Sortie	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,030	saine
S44	25-mai	#41		Andapa	Sortie	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,020	saine
S46	26-mai	#42	A	Sambava	Sambava	panachée	ras	3 feuilles	0,026	saine
S47	26-mai	#42	B	Sambava	Sambava	Mexique?	flétrissement	3 feuilles	0,032	saine
S48	26-mai	#42	C	Sambava	Sambava	Mexique?	ras	5 feuilles	0,058	saine
S49	26-mai	#43		Sambava	Mahaleotena	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,029	saine
S50	26-mai	#44		Sambava	Mahaleotena	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,033	saine
S51	26-mai	#45		Sambava	Mahaleotena	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,038	saine
S52	26-mai	#46		Sambava	Manakana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,050	saine
S53	26-mai	#47		Sambava	Manakana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,051	saine
S54	26-mai	#48		Sambava	Manakana	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,006	saine
S56	26-mai	#49		Sambava	Manakana	Ordinaire	ras	6 feuilles	nt	nt
S57	26-mai	#50		Sambava	Ambodivoara	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,039	saine
S58	26-mai	#51		Sambava	Ambodivoara	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,066	saine
S59	26-mai	#52		Sambava	Mahitsiharongana	Ordinaire	ras	8 feuilles	0,036	saine
S60	26-mai	#53		Sambava	Mahitsiharongana	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,073	saine

S61	26-mai	#54	Sambava	Ambodivoara	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,126	saine
S62	27-mai	#55	Antalaha	Ambinagnifaho	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,041	saine
S63	27-mai	#56	Antalaha	Ambinagnifaho	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,039	saine
S64	27-mai	#57	Antalaha	Ambinagnifaho	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,049	saine
S66	27-mai	#59	Antalaha	Antalaha	Ordinaire	ras	6 feuilles	2,807	virosée
S68	27-mai	#60	Antalaha	Antalaha	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,007	saine
S71	28-mai	#62	Antalaha	Marofinaritra	Ordinaire	ras	8 feuilles	3,197	virosée
S72	28-mai	#63	Antalaha	Marofinaritra	Ordinaire	ras	5 feuilles	3,141	virosée
S73	28-mai	#64	Antalaha	Antumbana	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,101	saine
S75	29-mai	#65	Antalaha	Ambalabe	Ordinaire	ras	4 feuilles	0,043	saine
S76	29-mai	#66	Antalaha	Ambalabe	Ordinaire	ras	7 feuilles	0,087	saine
S77	29-mai	#67	Antalaha	Ampohibe	Ordinaire	ras	5 feuilles	0,074	saine
S78	29-mai	#68	Antalaha	Antsanoro	Tsy Taitra	Flecking	8 feuilles	3,199	virosée
S79	29-mai	#69	Antalaha	Ampombola	Ordinaire	ras	6 feuilles	0,060	saine
S80	29-mai	#70	Antalaha	Ampombola	Ordinaire	Flecking léger	4 feuilles	3,131	virosée
S81	29-mai	#70	Antalaha	Ampombola	Tsy Taitra	Flecking	4 feuilles	3,288	virosée

Tableau 4 : Résultats d'indexage ELISA de vanilliers et de *Commelina diffusa* pour les virus transmis par pucerons (Cucumber mosaic virus, et groupe des Potyvirus)

#	date collecte	Réf. parc.	district	commune	Espèce/Variété	symptômes/Observations	matériel testé	DO Poty	POTY	DO CMV	CMV
S03	20-mai	#02	Sambava	Farahalana	Vanille-Mexique	feuille étroite	2 feuilles	0,015	sain	0,245	CMV
S04	20-mai	#02	Sambava	Farahalana	<i>C. diffusa</i>	ras	9 feuilles	0,001	sain	0,039	sain
S54	26-mai	#48	Sambava	Manakana	Vanille	ras	6 feuilles	0,003	sain	0,048	sain
S55	26-mai	#48	Sambava	Manakana	<i>C. diffusa</i>	ras	6 feuilles	0,529	Poty	0,039	sain
S66	27-mai	#59	Antalaha	Antalaha	Vanille	ras	6 feuilles	0,002	sain	0,088	sain
S67	27-mai	#59	Antalaha	Antalaha	<i>C. diffusa</i>	mosaique	12 feuilles	1,611	Poty	0,022	sain
S68	27-mai	#60	Antalaha	Antalaha	Vanille	ras	6 feuilles	0,000	sain	0,056	sain
S69	27-mai	#60	Antalaha	Antalaha	<i>C. diffusa</i>	mosaique	12 feuilles	2,431	Poty	0,047	sain
S73	28-mai	#64	Antalaha	Antumbana	Vanille	ras	7 feuilles	nt	nt	nt	nt
S74	28-mai	#64	Antalaha	Antumbana	<i>C. diffusa</i>	ponctuations chlorotiques	12 feuilles	nt	nt	nt	nt

ANNEXES

ANNEXE 1

Déroulement de la mission

- 19 mai 2009 : Arrivée à Antananarivo
- 20 mai à 10H00 : Arrivée à Sambava
 - Réunion de concertation avec les représentants du CTHT et du SAF/FJKM pour définir les modalités de prospection.
 - prospections sur Sambava (5 parcelles)
- 21 mai, prospections sur Sambava (9 parcelles)
- 22 mai, prospections sur Sambava (10 parcelles)
- 23 mai, prospections sur Sambava (8 parcelles)
- 25 mai, prospections sur Andapa (4 parcelles)
- 26 mai, prospections sur Sambava (13 parcelles)
- 27 mai, prospections sur Antalaha (6 parcelles)
- 28 mai, prospections sur Antalaha (4 parcelles)
- 29 mai, prospections sur Antalaha (6 parcelles)
- 30 et 31 mai, traitement des échantillons, voyage à Tamatave et préparation de la restitution
- Le 01 juin, voyage à Antananarivo
- Le 02 juin, restitution des missions à la Délégation de la Commission européenne et départ pour la Réunion

ANNEXE 2 :

Coordonnées des parcelles prospectées

parcelle	date	district	commune	lieu	propriétaire	LAT-S	LONG-E	alt
#01	20-mai	Sambava	Farahalana	Farahalana	Dominique RAMILSON	14,42486	50,15024	21
#02	20-mai	Sambava	Farahalana	Farahalana	Fernand BERA	14,43776	50,15330	25
#03	20-mai	Sambava	Farahalana	Farahalana	Antoine RABE	14,43875	50,15338	37
#04	20-mai	Sambava	Farahalana	Farahalana	Jaomamy JAOTATRA	14,44057	50,15455	34
#05	20-mai	Sambava	Farahalana	Benavoun	Intsay ZANDRY	14,40286	50,17446	12
#09	21-mai	Sambava	Anjombalava	Anjombalava	Ernest BEVELO	14,08579	50,07670	27
#10	21-mai	Sambava	Anjombalava	Bemanevika	Anselme JERISON	14,13092	50,12702	22
#11	21-mai	Sambava	Anjombalava	Bemanevika	Gaston RAKOTO	14,13293	50,12732	22
#13	21-mai	Sambava	Anjombalava	Tananbao Doud	Rodin RATDIAVINA	13,99387	50,11851	33
#14	21-mai	Sambava	Anjombalava	Tananbao Doud	Marcelin RANDRIANASO	13,99381	50,11813	34
#15	21-mai	Sambava	Anjombalava	Tananbao Doud	Joseph RABESON	13,99375	50,11775	18
#16	21-mai	Sambava	Anjombalava	Tananbao Doud	Celestine VANONA	13,99373	50,11761	20
#17	21-mai	Sambava	Anjombalava	Tananbao Doud	Fock King Ling	13,99847	50,11890	1
#18	21-mai	Sambava	Anjombalava		STABEX	14,09171	50,07946	41
#19	22-mai	Sambava	Marongona		Lugienne BELAHY	14,17802	49,87068	46
#20	22-mai	Sambava	Marongona		Perline BELAHY	14,17832	49,87001	51
#21	22-mai	Sambava	Marongona		Taona BENA	14,17862	49,87023	59
#22	22-mai	Sambava	Marongona		Rajioely GERISY	14,17882	49,87040	55
#23	22-mai	Sambava	Marongona		Felix JAO	14,17911	49,87172	38
#25	22-mai	Sambava	Nosiarnina		Michel MERA	14,21011	50,04608	16
#26	22-mai	Sambava	Nosiarnina		Jean Michel BESINOA	14,21118	50,03828	29
#27	22-mai	Sambava	Nosiarnina		Charles RAFARAMALALA	14,21360	50,03484	28
#28	23-mai	Sambava	Andratamarina		BALARY	14,35348	49,89899	51
#29	23-mai	Sambava	Andratamarina		NARISOA	14,35251	49,89810	0
#30	23-mai	Sambava	Andratamarina		Théodore RABEFALY	14,35215	49,89797	80
#31	23-mai	Sambava	Andratamarina		Remi TSIHOSA	14,35383	49,89895	67
#32	23-mai	Sambava	Andratamarina		Jean Levi TSARAVINAVI	14,35340	49,90434	70
#33	23-mai	Sambava	Ambohimitsinjo		Yacinthe SARAVELO	14,31948	49,98662	58
#34	23-mai	Sambava	Anjinjaomby		JACKY	14,30169	49,96133	47
#35	22-mai	Sambava	Nosiarnina		MERA	14,21011	50,04608	16
#36	22-mai	Sambava	Nosiarnina		Jean Michel BESINOA	14,21118	50,03828	29
#37	25-mai	Sambava	Amborimiambana		Olivier TSARANARANA	14,26202	50,09070	9
#38	25-mai	Andapa	Andapa		Bevita RAVELSON	14,64221	49,63602	487
#39	25-mai	Andapa	Andapa		Pascal BAYLON	14,64433	49,63573	475
#40	25-mai	Andapa	Sortie		Bana DAHY	14,64894	49,69182	522
#41	25-mai	Andapa	Sortie		STABEX	14,64379	49,69818	428
#42	26-mai	Sambava	Sambava		Olivier TSARANARANA	14,26362	50,12996	25
#43	26-mai	Sambava	Mahaleotena	Antsahabe	Sylvie ZAFSONOA	14,51511	49,89098	60
#44	26-mai	Sambava	Mahaleotena	Anahipsisaka	Albert RANDRIANASOLO	14,51612	49,87139	64
#45	26-mai	Sambava	Mahaleotena	Anahipsisaka	Marc RAVELOMANANA	14,51647	49,87144	53
#46	26-mai	Sambava	Manakana		Laurencien BANIANY	14,53253	49,87781	58
#47	26-mai	Sambava	Manakana		Lucia PANGA	14,53259	49,87789	58
#48	26-mai	Sambava	Manakana		Gérard MOUSSE	14,53354	49,87919	58
#49	26-mai	Sambava	Manakana		X	14,53315	49,87792	49
#50	26-mai	Sambava	Ambodivoara	Ambodivafaho	DSOAMANANJA	14,33986	49,97548	53
#51	26-mai	Sambava	Ambodivoara	Ambodivafaho	Soso SOAZAKA	14,36862	49,97302	63
#52	26-mai	Sambava	Mahitsiharongana		Armand MENA	14,35361	49,98059	55
#53	26-mai	Sambava	Mahitsiharongana		Roche RAZAKA	14,35250	49,92213	51

#54	26-mai	Sambava	Ambodivoara		Florine BEANARY	14,33930	49,98825	80
#55	27-mai	Antalaha	Ambinagnifaho	Tanambaovao	CHRIS	14,62219	50,14463	32
#56	27-mai	Antalaha	Ambinagnifaho	Tanambaovao	NORE	14,62201	50,14491	26
#57	27-mai	Antalaha	Ambinagnifaho	Tanambaovao	Odette MAROHAVANA	14,62254	50,14570	27
#58	27-mai	Antalaha	Antalaha		Jeannot RANJANORO	14,92699	50,29077	10
#59	27-mai	Antalaha	Antalaha	Anjamamgotroka	Serge BADADY	14,96433	50,30596	13
#60	27-mai	Antalaha	Antalaha	Anjamamgotroka	Jean Claude ANONA	14,97919	50,30534	15
#61	28-mai	Antalaha	Ambohitsara		Station Fofifa	14,96041	50,28662	31
#62	28-mai	Antalaha	Marofinaritra		LOW WEN HONG	15,04223	50,11243	59
#63	28-mai	Antalaha	Marofinaritra		Christian BEZANDRY	15,04255	50,11183	59
#64	28-mai	Antalaha	Antumbana		Augustin TOMBO	14,99057	50,17028	37
#65	29-mai	Antalaha	Ambalabe		Lai SANG	15,16449	50,41904	3
#66	29-mai	Antalaha	Ambalabe		Jao ZINANY	15,16741	50,41918	11
#67	29-mai	Antalaha	Ampohibe	Ambodimpo	Claude ANONA	15,02829	50,33207	14
#68	29-mai	Antalaha	Antsanoro	Antsirabato	Clovis NORIANA	14,83986	50,16048	29
#69	29-mai	Antalaha	Ampombola		Norbert TOTOZAHNANY	14,82746	50,17271	24
#70	29-mai	Antalaha	Ampombola		Patrice LAHITSARA	14,82819	50,17370	29